JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

| | |
|---|---|
| Title | サーバの高信頼化のための動作温度を低下させる負荷分散法 |
| Author(s) | 大和，良介 |
| Citation | |
| Issue Date | 2014-03 |
| Type | Thesis or Dissertation |
| Text version | author |
| URL | http://hdl.handle.net/10119/12037 |
| Rights | |
| Description | Supervisor:井口　寧，情報科学研究科，修士 |

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

# サーバの高信頼化のための
# 動作温度を低下させる負荷分散法

大和 良介 (1210056)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2014 年 2 月 12 日

**キーワード:** 信頼性，負荷分散法，仮想化，クラウドコンピューティング.

## 1 導入

近年，クラウドコンピューティングやグリッドコンピューティングなど，サーバの処理能力を限界まで使う技術が進歩している．しかしながら，サーバを酷使することで高温稼動が続き信頼性が低下する．機械的な見方をすると，信頼性は動作温度と密接に関係している．

タスクを統合して稼動サーバ数を減少させることで消費電力の削減に成功している研究が多く見られるが，CPU 使用率は常に 100%近くで稼働し続けることになる．そうすることによる信頼性の低下を考慮していない．また，具体的にサーバの故障時間を計算している研究は少なく，負荷分散アルゴリズムから一貫した研究も行われていないことが問題点として挙げられる．

本研究では，動作温度を低下させて信頼性を向上させる．稼動サーバ数を増加させるほどサーバ毎の動作温度を低下させることができるが，消費電力は増大していく．そこで，ユーザが求める信頼性の制約条件を満たしながら，低消費電力化のためできるだけ負荷をできるだけ集約して稼動サーバ数を最少にする．後にクラウドへの適用を目指しているため，負荷は仮想マシン単位とする．つまり，サーバへの仮想マシン最適配置問題を考えることになる．メンテナンスが困難であったり，サービスの継続を重視する場合など，使用環境によってはサーバの信頼性に重点を置くことがあることからも提案手法が有効であると考える．

## 2 提案手法

本研究では，LOT(Low Operating Temperature) 負荷分散法を提案する．LOT 負荷分散法は，ユーザが求める信頼性から決定した動作温度を超えない制約条件を満たしなが

Copyright © 2014 by Yamato Ryosuke

ら，低消費電力化のためできるだけ稼動サーバ数が最少になるように仮想マシンをサーバへ集約配置する．

システムモデルは，管理サーバとネットワークで繋がっている複数サーバ群を想定している．管理サーバが複数サーバ群の温度・仮想マシンの配置状況を管理していて，仮想マシンを配置可能なサーバを探索していく．

LOT 負荷分散法のアルゴリズムは，仮想マシンがサーバへ配置可能か判定するとき，CPU 使用率が 100%を超えない，かつ，設定した動作温度閾値を超えない場合，仮想マシンをサーバへ配置する．

## 3　評価

本研究では，電子部品の中でも特に寿命が短く熱に弱い電解アルミコンデンサに注目している．電解アルミコンデンサ寿命予測計算ツールを用いて 0.01%故障するまでの時間を計算すると，周囲温度と表面温度の上昇に伴い 0.01%故障時間が短くなると分かる．ここで作成したグラフを基に，ユーザが求める信頼性から動作温度の制約条件を決定する．

LOT 負荷分散法の信頼性を評価した．比較対象は簡略化矢嶋法とする．オリジナル矢嶋法は，QoS が一定の閾値以下にならないように仮想マシンを集約配置するという手法であるが，電力の削減手法としてはサーバに可能な限り仮想マシンを配置することを目指している．本研究ではその考え方を既存手法とし簡略化矢嶋法と呼ぶ．簡略化矢嶋法は，CPU 使用率を限界まで高めて仮想マシンをサーバへ集約配置する．アルゴリズムは，仮想マシンがサーバへ配置可能か判定するとき，CPU 使用率が 100%を超えない場合，動作温度を考慮せず，仮想マシンをサーバへ配置する．評価を行うにあたって，動作温度モデルと推計プログラムを作成した．動作温度モデルは，対象とするサーバを決めて実測データより作成した (このモデルは機器毎に異なる)．推計プログラムは，2 次元配列をサーバに見立てて様々な大きさを持つ仮想マシンを配列へ擬似的に配置していく仕様になっている．

信頼性に関する推計では，LOT 負荷分散法と簡略化矢嶋法でサーバ群を運用する際の信頼性を比較する．推計モデルは，１架分のサーバラック (1U × 40) を想定して，その内最大で 30 台のサーバが稼動するとする．仮想マシン要求は予め分かるとして選別する．推計では，仮想マシンのメモリ・バンド幅・イメージサイズを考慮していない．全てのタスクは均一と仮定する．使用していないサーバは，スタンバイモードへ移行させる．

手順とともに結果を説明する．まず LOT 負荷分散法では，目標とする 0.01%故障時間を 10000 時間とする．次に，動作温度と 0.01%故障時間のグラフから設定すべき排気温度閾値を計算して 45.0 ℃に設定する．その後，推計プログラムを用いて指定した温度閾値で仮想マシンを配置した結果，稼動サーバ数が 30 台，最高排気温度が 44.8 ℃であると分かる．最後に，最高排気温度 44.8 ℃から 0.01%故障時間を計算すると 10368 時間となる．一方，簡略化矢嶋法で同じ数の仮想マシンをサーバへ配置するとき，推計プログラムを用

いて計算すると，稼動サーバ数が 27 台，最高排気温度が 46.0 ℃であると分かる．0.01%故障時間を計算すると 9026 時間となる．

まとめると，稼動サーバ数は増加しているが動作温度が低下することで，0.01%故障時間が長くなる．LOT 負荷分散法を用いることで，ユーザが求める信頼性の制約条件を満たすことが分かった．

その後，クラウド環境シミュレータ CloudSim を用いて，LOT 負荷分散法の性能を評価をした．CloudSim 環境では，様々な条件を想定したシミュレーションをすることができる．ここでは，仮想マシンのメモリ・バンド幅・イメージサイズがそれぞれ異なる仮想マシンが複数ある場合，LOT 負荷分散法と簡略化矢嶋法を用いた仮想マシン配置を試みる．

結果より LOT 負荷分散法を用いると，実行した全ての条件下でユーザが指定した信頼性の制約条件を満たすことが分かった．しかしながら，動作温度閾値の他にリソース不足等の強い制約条件がある場合，1 台あたりのサーバに配置できる仮想マシン数が少なくなり，LOT 負荷分散法が使われることがないことも分かった．LOT 負荷分散法を効果的に使うためには，サーバのリソースを十分に確保する必要がある．

## 4　まとめと今後の課題

本研究では，ユーザが求める信頼性から決定した動作温度を超えない制約条件を満たしながら，低消費電力化のためできるだけ仮想マシンを集約配置して稼動サーバ数が最少になるような LOT 負荷分散法を提案した．LOT 負荷分散法を用いた推計結果より，稼動サーバ数は増えるが動作温度が低下することで，ユーザが求める信頼性の制約条件を満たすことが分かった．LOT 負荷分散法の性能を評価するため，クラウド環境シミュレータ CloudSim を用いて様々な制約条件下でシミュレーションを行った．結果より，LOT 負荷分散法を効果的に使うために最適な環境を明らかにした．また，これまで別々に考えられることが多い仮想マシンの配置アルゴリズムから機器の故障，空調消費電力の計算まで一貫した研究を行った．

本研究で対象とした電子部品は電解アルミコンデンサだけであるため，他の電子部品も同様に考察することが望まれる．熱について複雑なモデルを作成していないため，流体モデルを作成するなどして，より厳密なシミュレーションをする必要がある．また，各仮想マシンの負荷は静的であると仮定しているため，動的にしてより現実に近いシミュレーションをすることが望まれる．